

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-14490

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

H 0 1 H 59/00

識別記号

庁内整理番号

9177-5G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平5-155757

(22) 出願日

平成5年(1993)6月26日

(71) 出願人

000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者

一矢 光雄

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者

笠野 文宏

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者

西村 広海

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人

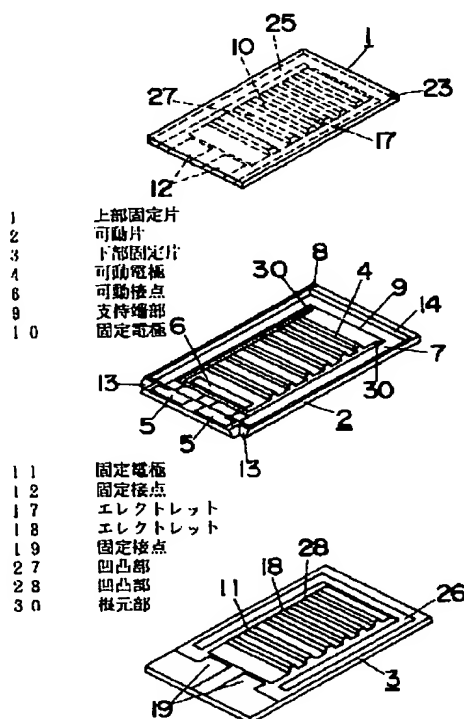
弁理士 石田 長七 (外2名)

(54) 【発明の名称】 静電駆動型リレー

(57) 【要約】

【目的】 可動部の根元が応力集中で破損するのを防止した静電駆動型リレーを提供するにある。

【構成】 可動片2は可動電極4の周囲をR I E等のプラズマエッチングによってコ状に切り離して両側根元部30の形状をR形状としている。このR形状の根元部30により、根元部30に応力集中が起きず、外部からの衝撃や振動で根元部30が破損するのを防げる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】固定電極を形成せる固定片と、固定電極に空隙を介して対向する可動電極を有し固定電極と可動電極との間に印加される外部電圧によって発生する静電力で固定電極側に一端部が移動するように他端部が支持固定された可動部を有する可動片とを接合し、可動部の移動により互いに接離する接点を可動部の一端部とこの一端部に対応する固定片の端部とに設けるとともに、これら接点を外部電気回路に接続する静電駆動型リレーにおいて、上記可動部の他端部の両側根元をR加工により外側方向に広がらせたことを特徴とする静電駆動型リレー。

【請求項2】可動部とこれに対向する固定片との間の空隙部において、可動部と固定片との対向面の何れか一方に凸部を形成し、他方に凸部が空隙を介して噛み合う凹部を形成したことを特徴とする請求項1記載の静電駆動型リレー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電力によって駆動される静電駆動型リレーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の静電駆動型リレーの公知例としては特公昭55-15060号、特開平2-100224号に示されるものがあり、これは図22に示すように固定片を構成する基板42上に固定電極40を形成し、この固定電極40の上方に並行するように可動片41を配置した構成となっている。上記可動片41は可動電極を構成するもので、シリコンウェハからなり、異方性エッチングにて周部との間に溝44が形成され、固定電極40と可動電極との間に印加される電圧による静電力で周部に一体連結された支持端部42を支点として動作するようになっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで上記可動片41の支持端部42の根元は角部となっており、そのため応力集中が発生し易く、根元部から折れるという問題があった。またシリコンウェハからなる可動片41に対して固定電極40を形成している基板43は合成樹脂からなるため、可動片41の熱膨張率と基板43の熱膨張率とが異なり、その結果接合時及び使用時温度に変動があると、構造体に歪が生じ、上記可動片41の支持端部42の根元部に応力集中が発生し易いという問題があった。

【0004】請求項1の発明は上述のような問題点を解決するために為されたもので、その目的とするところは可動部の根元が応力集中で破損するのを防止した静電駆動型リレーを提供するにある。請求項2の発明は、請求項1の発明の目的に加えて、接点圧の向上と、ばね負荷との整合を容易にした静電駆動型リレーを提供すること

を目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、固定電極を形成せる固定片と、固定電極に空隙を介して対向する可動電極を有し固定電極と可動電極との間に印加される外部電圧によって発生する静電力で固定電極側に一端部が移動するように他端部が支持固定された可動部を有する可動片とを接合し、可動部の移動により互いに接離する接点を可動部の一端部とこの一端部に対応する固定片の端部とに設けるとともに、これら接点を外部電気回路に接続する静電駆動型リレーにおいて、上記可動部の他端部の両側根元をR加工により外側方向に広がらせたものである。

【0006】請求項2記載の発明は、可動部とこれに対向する固定片との間の空隙部において、可動部と固定片との対向面の何れか一方に凸部を形成し、他方に凸部が空隙を介して噛み合う凹部を形成したものである。

## 【0007】

【作用】請求項1記載の発明の構成によれば、可動部の他端部の両側根元をR加工により外側方向に広がらせたものであるから、可動部の他端部の両側根元に応力集中が起きず、そのため外部よりの衝撃等があっても破損しないのである。請求項2の発明の構成によれば、可動部と固定片との対向面の何れか一方に凸部を形成し、他方に凸部が空隙を介して噛み合う凹部を形成してあるの、凸部の先端と、これに対向する凹部の内側壁との間の空隙が非常に小さくなり、そのため、可動電極に働く静電力を増大させることができ、その結果接点圧が大きくとれ、接点の接触信頼性が向上し、また外部よりの振動、衝撃に対して誤動作しにくく、しかも電極への印加電圧も低くて良くなり、特に可動電極の接点と固定電極の接点との間の空隙を広くとることもできるため、接点間耐圧を大きくすることができ、また駆動回路の電圧を低くすることも可能となる。

## 【0008】

【実施例】以下本発明を実施例により説明する。

（実施例1）本実施例は、図1、図2に示すように上部固定片1と、可動片2と、下部固定片3とで構成され、上下の固定片1、3間に可動片2をサンドイッチ状に挟持する構造となっている。

【0009】可動片2は、図3に示すようにシリコン単結晶ウェハを基材とするもので、可動電極4、固定接点端子5、可動接点6、固定片接合用金属薄膜層7、電極端子8等を形成している。可動電極4は可動片2の周辺部よりPIE等のプラズマエッチング等により、上下から凹凸部に加工されたもので、外周はコの字状にエッチングされて可動片2と切り離されその一端が可動片4と一体につながった支持端部9となっており、可動電極4は上記支持端部9を中心に回転する。

【0010】よって可動電極4は、後述する上下の固定

## 3

片1、3の固定電極10、11に対して移動する。また下部固定片3の固定接点12から電気信号を取り出せるように可動片2の隅には切欠き13も設けられている。可動接点6は、上記絶縁膜14上に形成され、可動電極4の凹部により、2つの固定片1、3が可動片2の上下に接合されるだけで接点間ギャップを設けることができるようになっている。この可動接点6と可動電極4とを設けた部位で可動部を構成する。

【0011】また上記金属薄膜層7及び固定接点端子5も上記絶縁膜14上に形成されたもので、金属薄膜層7は金或いは金合金層からなり、可動片2の基材であるシリコン単結晶ウェハに接続されている。上、下固定片1、3は可動片2と同様にシリコン単結晶ウェハを基材とするもので、図4、図5に示すように固定電極10、11、エレクトレット17、18、固定接点12、19、可動片接合用の金或いは金合金層からなる金属薄膜層25、26を夫々形成し、各固定電極10、11とエレクトレット17、18はコンタクト21、22はシリコンにより直接デポされている。尚23は上部固定片1の電極端子である。

【0012】可動片2の上、下面に設けた上記固定接点端子5は上記上、下固定片1、3の固定接点12、19に接続される固定接点端子である。而して、これら可動片2、上下の固定片1、3の接合用金属薄膜層7と25及び26とが合わるように接触させて、適当な圧力を加えながら加熱すると接合用金属薄膜層7、25、26が互いに基材のシリコンとともに共晶化して、図1に示すように機械的にも、電気的にも接続されることになるのである。

【0013】ここで可動電極4の支持端部9から略中央部に亘って対向する固定片1、3の固定電極10、11の部位が、可動電極4の略中央部から自由端に亘って対向する固定電極10、11の部位に比べて可動電極4との空隙が小さくなるように可動電極4から対向する固定電極10、11の部位表面が可動電極4側の凹凸に対して空隙を介して噛み合うように固定電極10、11の表面に凹凸部27、28を夫々形成している。

【0014】而して本実施例では上部固定片1のエレクトレット17の可動電極4に面している表面がプラス、下部固定片3のエレクトレット18の可動電極4に面している表面がマイナスとなるように永久分極している。そして両エレクトレット17、18の電荷量の絶対値が同じ時の電極間距離と静電力（可動電極4にかかるトルク）及びバネ負荷との関係を図6に示す。ただし静電力とバネ負荷によるトルクは逆向きに作用するが、図6では同じ向きとして示している。尚図6中イはバネ負荷力を、ロは印加電圧が0Vの時の静電力を、ハは可動電極4にプラス電圧を印加した時の静電力を、ニは可動電極4にマイナス電圧を印加した時の静電力を夫々示す。

【0015】さて本実施例の静電駆動型リレーは固定電

## 4

極10、11と可動電極4の電位が同電位の場合、固定電極10、11と可動電極4が平行になっている中立位置では2つのエレクトレット17、18により発生する静電力は同じ大きさで、可動電極4に働くトルクは0である。可動電極4が上部エレクトレット18側に傾くと、上部エレクトレット17により発生する静電力が大きいの、可動電極4には、上部エレクトレット17側に傾こうとするトルクが発生する。逆に可動電極4が下部エレクトレット18側に傾くと、下部エレクトレット18により発生する静電力が大きいの、可動電極4には、下部エレクトレット18側に傾こうとするトルクが発生する。

【0016】可動電極4に電極端子8、23を用いてプラスの電圧を印加した場合、下部エレクトレット18と可動電極4には吸着力が発生するため、可動電極4に下部エレクトレット18側に傾こうとするトルクが発生して非常に大きな接点圧を得ることができる。逆に可動電極4にマイナスの電圧を印加した場合、上部エレクトレット17と可動電極4には吸着力が発生するため可動電極4に上部エレクトレット17側に傾こうとするトルクが発生する。

【0017】また可動電極4のバネ力が中立位置では0、どちらかのエレクトレット11又は18側に可動電極4が傾いている時、中立位置へ戻ろうとするトルクが働く。即ち、静電力とバネ力は互いに逆向きにかかることになる。図6において可動電極4に電圧が印加されていない状態で、可動電極4がどちらかのエレクトレット11又は18に傾いている時、静電力の方がバネ力より大きくなるように設定すると、可動電極4はその位置を保持して、中立位置へは戻らない。即ち2つの安定状態を持つ。

【0018】例えば、最初、上部エレクトレット17側に傾いた状態から、可動電極4にプラスの電圧を印加した場合、上部エレクトレット17への吸着力が弱くなり、下部エレクトレット18側に回転し保持される。この状態で可動電極4への印加電圧を0にしても、その状態を保持する。逆に可動電極4へマイナスの電圧を印加した場合、逆の動作をする。つまりラッチング動作が可能になる。

【0019】2つのエレクトレット17、18の帯電量の絶対値が異なる場合の動作を図7に示す。この図示例ではエレクトレット11のプラスの帯電量の方が大きくなるようにしている。可動電極4に電圧を印加していない状態では上部からの吸引力の方が大きくなるため、上部に傾いた状態で安定している。そして可動電極4にプラスの電圧を印加した時は下部からの吸引力が強くなり可動電極4には下部へ傾こうとするトルクが働き接点部を閉じた状態で安定する。そして印加電圧を取り除くとバネの復元力の方が優るため、中立位置へ戻り、上部の吸引力によって再び元の位置へ戻る。図7中イはばね負

## 5

荷力、ロは印加電圧が0のときの静電力、ハは可動電極4にプラス電圧を印加した時の静電力を示す。本実施例の場合、ストローク中央における静電力向上が図れ、ばね負荷との整合が容易となる。

【0020】以上により2つのエレクトレット17、18の帯電量のバランスを変えることによってラッチング動作、シングル動作の両方を可能にする。また可動電極4の支持端部9から略中央部に亘って対向する固定電極10、11との間の空隙が可動電極4の自由端側と固定電極10、11との間の空隙に比べて段差27、28により小さくなり、しかもエレクトリック17、18による可動電極4に及ぼす静電力と外部印加電圧による静電力を重ねた力を利用することにより、大きな静電力が得られて、接点圧が大きくとれる。

【0021】尚本実施例では上述のように構成しているので、固定片1、3、可動片2が多数個形成されたシリコンウェハ3枚を先に接合してから切り出すことが可能になり、生産効率が向上する。さらに固定片1、3に、ウェハ内に高濃度ドーピング層からなる固定電極10、11を形成したり、トランジスタ、ダイオード、抵抗素子、コンデンサ等で構成される静電駆動回路用ICを形成しても良く、駆動回路を一体形成した場合、外部に駆動回路を設ける必要は無くなる。

【0022】また静電リレーを動作させる場合印加電圧は数十Vの電圧が必要だが昇圧回路を固定片1、3に形成しておくとも入力数は数Vで動作する。尚可動片2は図8に示す工程で形成される。つまり図8(a)に示すように表面に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜14を形成したシリコンウェハ31の上面に同図(b)に示すように異方性エッチングによって凹部32aを形成し、更に同図(c)に示すように絶縁膜14を形成して、可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、固定接点端子5をAuにより形成する。この後これら可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、固定接点端子5を保護膜33で覆って、下側の面に異方性エッチングで凹部32bを形成する(同図(d))。この後上述の同様に下面側に可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、固定接点端子5をAuにより形成した後保護膜33で下面側も覆う(同図(e))。この後RIE等のプラズマエッチングによって可動電極4の周囲をコ状に切り離す。この際両側根元部30のマスクパターンをR形状とすることにより、可動部の両側根元部30が外側に広がるようなR形状とすることができる。図11(a)及び(b)はこの根元部30の拡大斜視図及び上面図を示す。

【0023】この切離した後保護膜33を除去すれば、可動電極4等を形成した可動片2が得られることになる

(同図(f))。また上部固定片1は図9に示す工程で形成される。つまり図9(a)に示すように表面に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜15を形成したシリコンウェハ31

## 6

の下面に異方性エッチングによって凹凸部27を形成し(同図(b))、しかる後に凸部の先端の絶縁膜を除去し、更に下面の絶縁膜15を同図(c)に示すように形成し、更に固定接点12、金属薄膜層25を同図(d)に示すように形成し、固定電極10を絶縁膜15で覆って同図(e)のように上部固定片1が得られることになる。

【0024】下部固定片3は図10に示す工程で形成される。つまり図10(a)に示すように表面に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜16を形成したシリコンウェハ31の上面に異方性エッチングによって凹凸部28を形成し(同図(b))、しかる後に凸部の先端の絶縁膜を除去し、更に上面に絶縁膜16上を同図(c)に示すように形成し、更に固定接点12、金属薄膜層25を同図(d)に示すように形成し、固定電極11を絶縁膜16で覆って同図(e)のように下部固定片3が得られることになる。上記工程に採用している異方性エッチングの代わりに等方性エッチングを採用しても良い。

【0025】ところで上記可動片2の凸と、固定片1、3の凹凸部27、28の寸法関係は図12(a)に示すように可動片2の中央部において、固定片1、3側の凹凸部27、28の凹部の底幅 $W_{11}$ に対して噛み合う可動片2の凸の先端の幅 $W_{12}$ を小さくし、且つ対向する凹の深さ $h_1$ に対して凸の高さ $h_2$ を小さくし、また凸の先端面Aと、固定片1、3の表面Bの高さ一致させてある。そして図12(b)に示すように上記の凹凸部27、28の凸部の先端の幅 $W_{21}$ を、上記可動片2凸に隣接する谷部の底幅 $W_{22}$ より小さくしてある。またこの底幅 $W_{22}$ に対して凸の先端の幅 $W_{12}$ より小さくすることにより、可動片2の軽量化を図っている。

【0026】(実施例2)本実施例は、実施例1と同様に可動片2の根元部30をR形状とした点は同じなもので、上記実施例では静電力向上のために可動片2の表面に凹凸を形成し、これに対向する固定片1、3の表面に凹凸部27、28を形成しているが、本実施例では図13乃至図17に示すように可動片2の表面はフラットで、これに対向する固定片1、3に段差27'、28'を形成している。

【0027】尚本実施例の可動片2は図18に示す工程で形成される。つまり図18(a)に示すように表面に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜14を形成したシリコンウェハ31の上面に同図(b)に示すように異方性エッチングによって凹部32aを形成し、更に同図(c)に示すように絶縁膜14を形成して、可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、固定接点端子5をAuにより形成する。この後これら可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、固定接点端子5を保護膜33で覆って、下側の面に異方性エッチングで凹部32bを形成する(同図(d))。この後上述の同様に下面側に可動電極4、可動接点6、固定片接続用金属薄膜片7、

固定接点端子5をAuにより形成した後保護膜33で下面側も覆う(同図(e))。この後PIE等のプラズマエッチングによって可動電極4の周囲をコ状に切り離す。その際根元部のマスクパターンをR形状すれば、実施例1と同様に可動片2の根元部30をR形状とすることができる。この切離し後保護膜33を除去すれば、可動電極4等を形成した可動片2が得られることになる(同図(f))。

【0028】また上部固定片1は図19に示す工程で形成される。つまり図19(a)に示すように表面にSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜15を形成したシリコンウェハ31の下面に異方性エッチングによって段差27を形成し(同図(b))、しかる後にコンタクト21を形成し、更に下面の絶縁膜15上にAuによって固定電極10、固定接点12、金属薄膜層25を同図(c)に示すように形成し、更にエレクトレット17を同図(d)に示すように形成し、固定電極10を絶縁膜15で覆って同図(e)のように上部固定片1が得られることになる。

【0029】下部固定片3は図20に示す工程で形成される。つまり図20(a)に示すように表面にSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜16を形成したシリコンウェハ31の上面に異方性エッチングによって段差28を形成し(同図(b))、しかる後にコンタクト22を形成し、更に上面の絶縁膜16上にAuによって固定電極11、固定接点19、金属薄膜層26を同図(c)に示すように形成し、更にエレクトレット18を同図(d)に示すように形成し、固定電極11を絶縁膜16で覆って同図(e)のように下部固定片3が得られることになる。

【0030】上記実施例2では溝加工を行って可動片2の根元部30をR形状として所望の可動片2を製作した後、下部固定片3と上部固定片1に接合しているが、図21に示すように可動片2の溝加工を実施する前に下部固定片3と接合し、その後PIE等のプラズマエッチングにより可動片2の溝加工を小内、根元部30をR形状にしても良い。

【0031】

【発明の効果】請求項1記載の発明は、可動部の他端部の両側根元をR加工により外側方向に広がせたものであるから、可動部の他端部の両側根元に応力集中が起きず、そのため外部よりの衝撃等があっても破損しないという効果がある。請求項2の発明の構成によれば、可動部と固定片との対向面の何れか一方に凸部を形成し、他方に凸部が空隙を介して噛み合う凹部を形成してあるので、凸部の先端と、これに対向する凹部の内側壁との間の空隙が非常に小さくなり、そのため、可動電極に働く静電力を増大させることができ、その結果接点圧が大きくとれ、接点の接触信頼性が向上し、また外部よりの振動、衝撃に対して誤動作しにくく、しかも電極への印加電圧も低くて良くなり、特に可動電極の接点と固定電極の接点との間の空隙を広くとることもできるため、接点

間耐圧を大きくすることができ、また駆動回路の電圧を低くすることも可能となり、更にストローク中央における静電力向上によりばね負荷の整合が容易となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の分解斜視図である。

【図2】同上の断面図である。

【図3】同上の可動片の上面図である。

【図4】同上の上部固定片の下面図である。

【図5】同上の下部固定片の上面図である。

【図6】同上の動作説明用の接点間距離と静電力及びバネ負荷の関係図動作特性図である。

【図7】同上の別の動作説明用の接点間距離と静電力及びバネ負荷の関係図動作特性図である。

【図8】同上の可動片の形成工程説明図である。

【図9】同上の上部固定片の形成工程説明図である。

【図10】同上の下部固定片の形成工程説明図である。

【図11】(a)は同上の可動片の根元部の一部省略せる拡大斜視図である。(b)は同上の可動片の根元部の一部省略せる上面図である。

【図12】同上の可動片の凸と、各固定片の凹凸部の寸法関係説明図である。

【図13】本発明の実施例2の断面図である。

【図14】同上の分解斜視図である。

【図15】同上の可動片の上面図である。

【図16】同上の上部固定片の下面図である。

【図17】同上の下部固定片の上面図である。

【図18】同上の可動片の形成工程説明図である。

【図19】同上の上部固定片の形成工程説明図である。

【図20】同上の下部固定片の形成工程説明図である。

【図21】本発明の実施例2の可動片の別の形成工程説明図である。

【図22】従来例の構成図である。

【符号の説明】

1 上部固定片

2 可動片

3 下部固定片

4 可動電極

6 可動接点

9 支持端部

10 固定電極

11 固定電極

12 固定接点

17 エレクトレット

18 エレクトレット

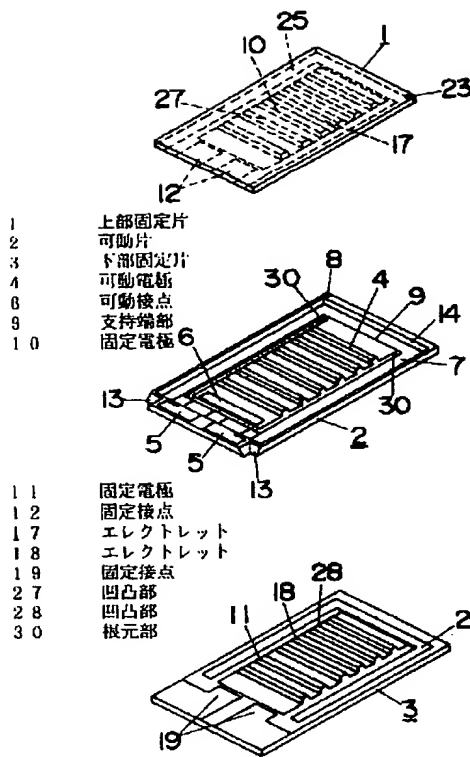
19 固定接点

27 凹凸部

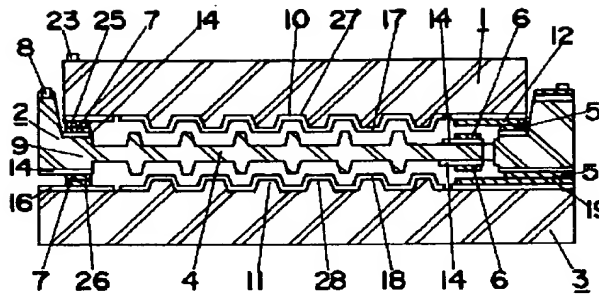
28 凹凸部

30 根元部

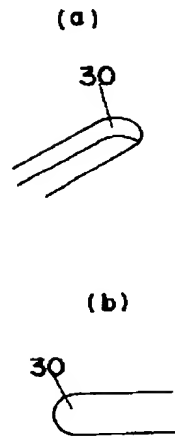
【図1】



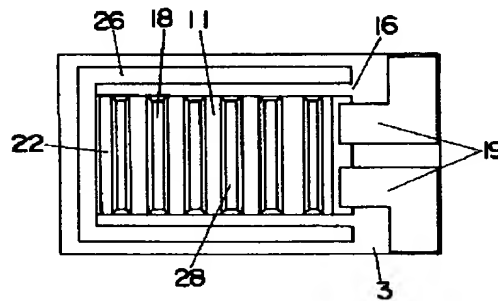
【図2】



【図11】

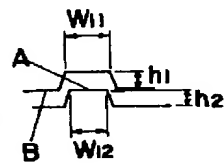


【図5】

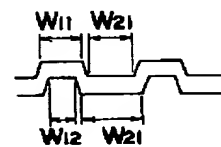


【図12】

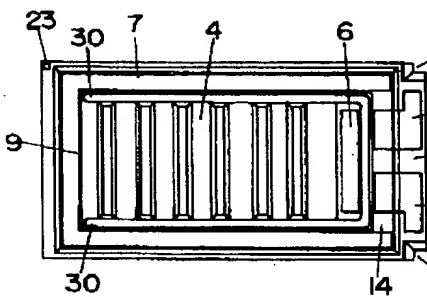
(a)



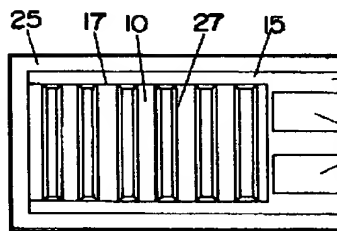
(b)



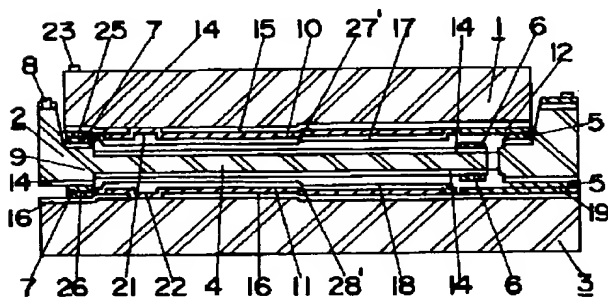
【図3】



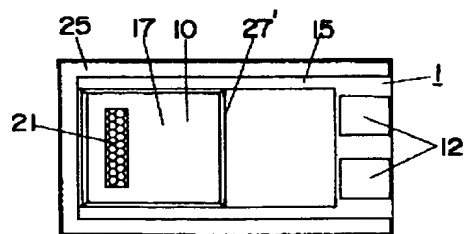
【図4】



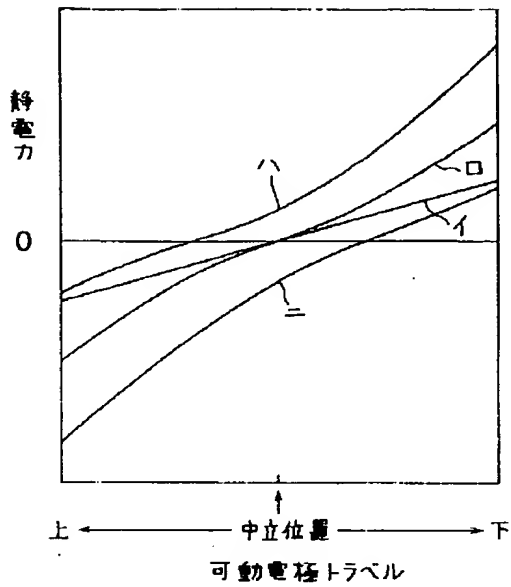
【図13】



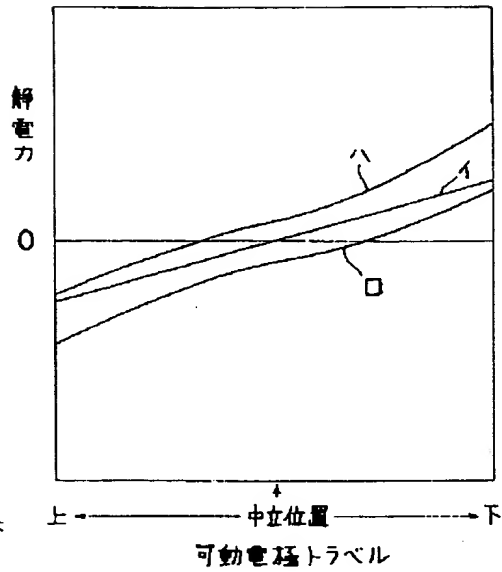
【図16】



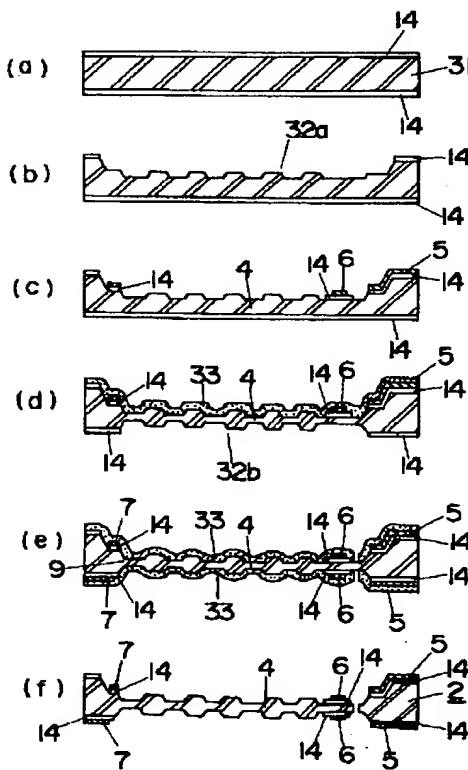
【図6】



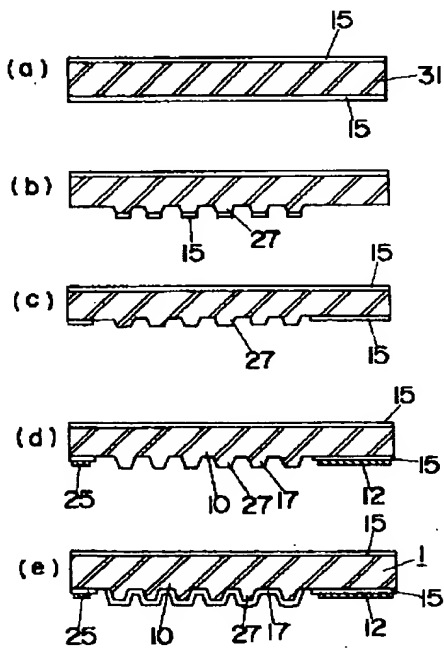
【図7】



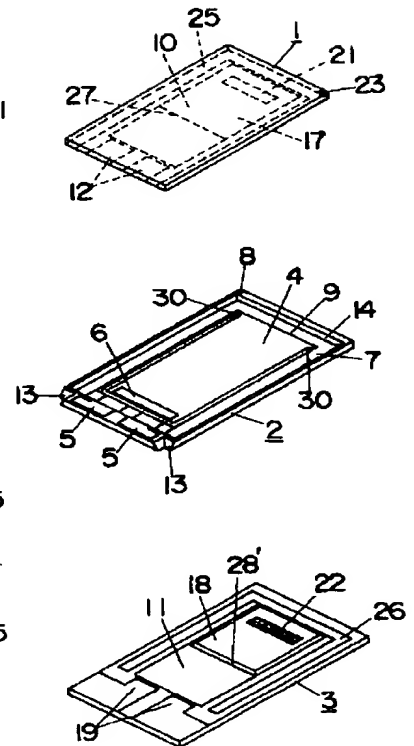
【図8】



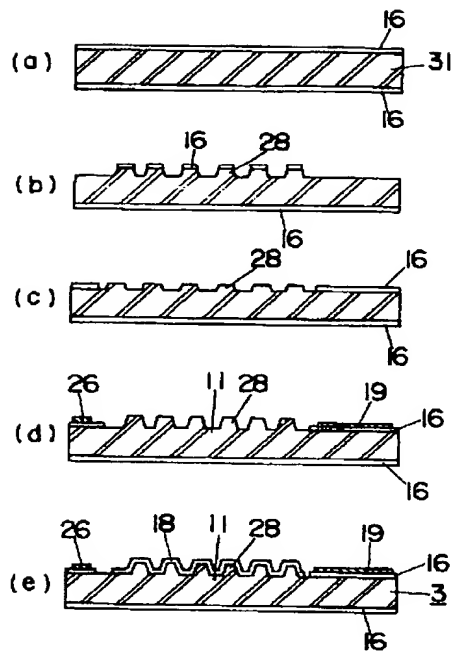
【図9】



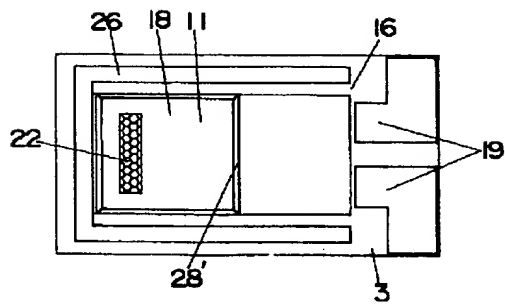
【図14】



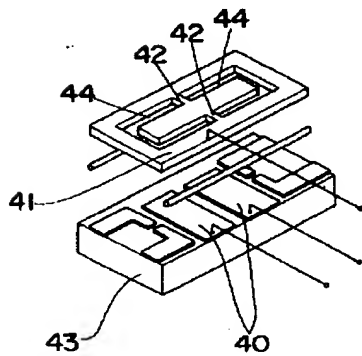
【図10】



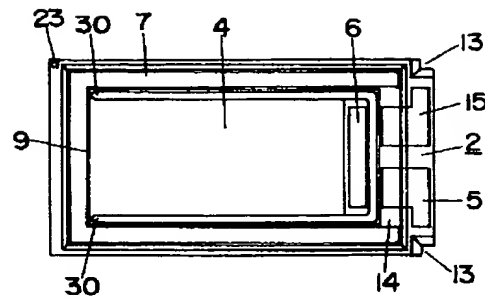
【図17】



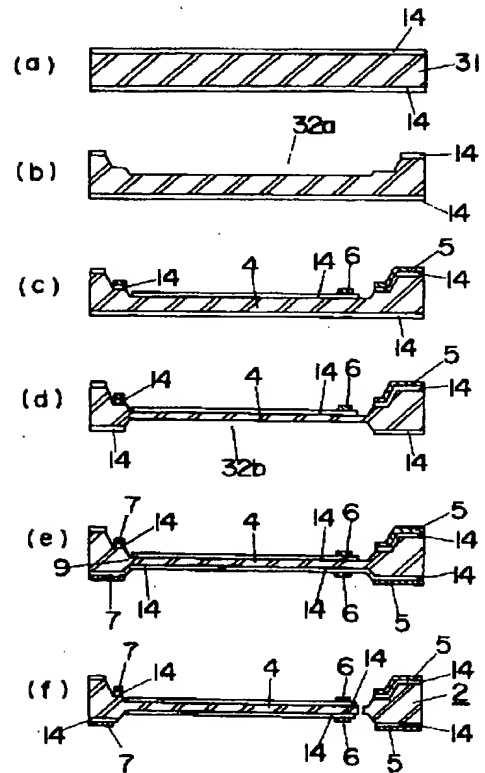
【図22】



【図15】

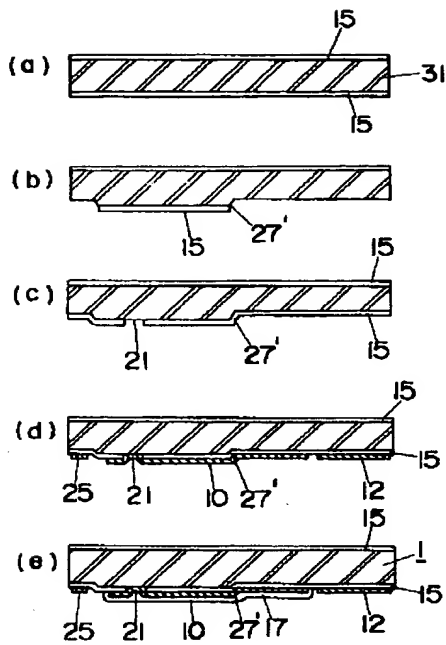


【図18】

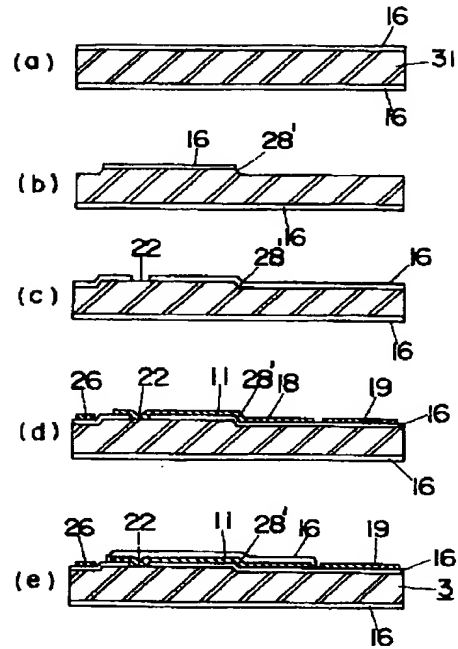




【図19】



【図20】



【図21】

